

REALIZAÇÃO E REVISÃO DE MINITESTES PARA APROFUNDAR A APRENDIZAGEM DE ÁLGEBRA LINEAR NO ENSINO SUPERIOR

Paula Maria Barros, José António Fernandes, Cláudia Mendes Araújo
ESTiG – Instituto Politécnico de Bragança,
CIEd – Universidade do Minho, Centro de Matemática – Universidade do Minho
pbarros@ipb.pt, jfernandes@ie.uminho.pt, clmendes@math.uminho.pt

Resumo

A álgebra linear constitui uma fonte de dificuldades para muitos alunos do ensino superior, como corroboram estudos realizados a nível nacional e internacional. Face a esta realidade, é importante que se investiguem e implementem metodologias de ensino que conduzam a alterações significativas na aprendizagem dos alunos. Enquanto resposta a esta preocupação realizou-se uma experiência de ensino com uma turma de alunos de engenharia do ensino superior politécnico que frequentavam a unidade curricular Álgebra Linear e Geometria Analítica, com o intuito de averiguar o impacto de um ensino centrado na exploração dos erros e dificuldades sobre a aprendizagem dos alunos em álgebra linear. No âmbito da experiência de ensino, perspetivando a avaliação como uma componente não dissociada do processo educativo, implementou-se uma metodologia de avaliação, que contribuisse igualmente para a superação de erros e dificuldades. Esta metodologia de avaliação assumiu a forma de realização (numa primeira fase) e revisão (numa segunda fase) de minitests. Na segunda fase, o aluno, para além de ser confrontado com as respostas antes dadas, também tinha acesso aos comentários efetuados pela professora, de modo a proporcionar-lhe uma nova oportunidade para voltar a refletir sobre a correção e adequação dos processos usados para responder às questões colocadas, criando-se, assim, um novo momento de aprendizagem.

Nesta comunicação pretende-se descrever a experiência de avaliação realizada e retratar as opiniões dos alunos sobre o processo.

Palavras-chave: Ensino superior, avaliação, dificuldades, álgebra linear.

Introdução

A álgebra linear está subjacente a quase todos os domínios da matemática e até mesmo de outras áreas, como as ciências da computação, a engenharia e a física. No entanto, apesar desta relevância, “o ensino da álgebra a um nível universitário é quase universalmente considerado como uma experiência frustrante para professores e estudantes” (Hillel, 2000, p.191), sendo uma fonte de dificuldades para muitos alunos do ensino superior como corroboram investigações a nível nacional (Barros, Fernandes e Araújo, 2012; Barros, Araújo e Fernandes, 2013) e internacional (Celestino, 2000; Coimbra, 2008; Dorier, 2000). Face a este cenário, é natural que os professores

envolvidos no ensino da álgebra linear sintam a preocupação de perceber as razões do fracasso de muitos estudantes e de como melhorar o seu desempenho, pois, como referem Ramos et al. (2013), “para além do professor do ensino superior dever continuar a preocupar-se com o domínio científico dos conteúdos a trabalhar com os seus estudantes, também deve passar a dar atenção ao que se passa ao nível do ambiente de aprendizagem relativo às unidades curriculares que ministra” (p. 117).

Neste contexto, inserido num estudo mais alargado, realizou-se uma experiência de ensino com alunos do ensino superior em que um dos objetivos era averiguar qual o impacto de um ensino centrado na exploração dos erros e dificuldades na aprendizagem dos estudantes em álgebra linear. Como “a avaliação não constitui uma componente isolada e dissociada de todo o processo educativo, mas acima de tudo ela é uma parte inseparável de um complexo sistema onde o fim último do ato educativo é a aprendizagem” (Santos, 2008, p. 12), procurou-se que alguns dos métodos de avaliação implementados visassem a superação de erros e dificuldades, assumindo assim uma vertente formativa. Para tal, considerou-se a resolução de minitestes pelos alunos em duas fases: na primeira fase os alunos resolviam os minitestes e na segunda fase reviam os minitestes a partir do confronto com as respostas antes dadas e dos comentários efetuados pela professora. Pretendia-se, assim, nesta segunda fase, proporcionar aos alunos uma oportunidade para refletir sobre a correção e adequação dos processos usados para responder às questões colocadas, criando-se deste modo um novo momento de aprendizagem. Desta forma, de acordo com Abrantes e Leal (2005), encaravam-se as tarefas de avaliação como fonte de aprendizagem.

Os participantes na experiência e o contexto do estudo

A experiência de ensino foi realizada numa turma de 28 alunos, do curso de Engenharia Química e Biológica do ensino superior politécnico, que frequentavam a unidade curricular Álgebra Linear e Geometria Analítica. As aulas desta unidade curricular são lecionadas no 1º ano, 1º semestre, em dois tempos semanais, cada um com a duração de duas horas, e compreendem os temas: Números complexos; Matrizes e determinantes; Sistemas de equações lineares; Geometria analítica; Espaços vetoriais, Aplicações lineares e Valores e vetores próprios. Porém, destes temas, na experiência de ensino

realizada apenas foram objeto de estudo os temas Matrizes e determinantes e Sistemas de equações lineares.

Os 28 alunos eram majoritariamente do sexo feminino (78,6%) e tinham idades compreendidas entre os 18 e os 25 anos, 27 eram estudantes ordinários e apenas um trabalhador-estudante. Todos tinham entrado no ensino superior através de concursos especiais, sendo titulares de um diploma de especialização tecnológica (CET de nível 5). Mais de metade da turma (64,3%) não estava a frequentar a unidade curricular pela primeira vez, tendo os restantes alunos (35,7%) ingressado no ensino superior no ano letivo em que se realizou a experiência de ensino.

Para fazer a avaliação da experiência de ensino, do ponto de vista dos estudantes, recorreu-se a um questionário, que avaliava também outros aspetos da experiência para além dos referidos neste texto, e realizaram-se entrevistas a cada um dos alunos (designados no texto por A_i , com $1 \leq i \leq 28$) para aprofundar e esclarecer algumas das opiniões dadas. O questionário foi aplicado na última aula do 1º semestre e as entrevistas foram realizadas no 2º semestre, em horário previamente acordado com os alunos, após estes já conhecerem a classificação final que tinham obtido à unidade curricular.

O processo de revisão dos minitestes

Os dois minitestes foram realizados no fim de cada um dos temas, em data previamente combinada com os alunos. As perguntas eram de resposta fechada e os alunos podiam usar como apoio o *software Microsoft Mathematics*, assim como um formulário, previamente fornecido.

A revisão dos minitestes foi igualmente realizada em ambiente de sala de aula, numa aula extra, também em horário previamente acordado com os alunos. Antes da revisão dos minitestes os alunos tiveram acesso ao enunciado e no próprio dia da revisão foi-lhes fornecida a resolução que tinham feito antes, com notas da professora que indicavam se a questão estava correta ou não. Caso houvesse erros na resposta, assinalou-se o passo onde havia incorreções e convidava-se o aluno a identificar o erro e a procurar corrigi-lo. Disponibilizada esta informação, pretendia-se também que os alunos respondessem a essas notas da professora.

Exemplificando, numa questão em que se pretendia que os alunos indicassem, justificando, se a afirmação “Se A for uma matriz singular, o sistema de equações lineares $Ax = b$ é possível e indeterminado” era verdadeira ou falsa, o aluno A13 na primeira fase (realização do miniteste) respondeu que a afirmação era verdadeira, indicando um exemplo que a verificava (Figura 1).

$A = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 6 & 4 \end{bmatrix} = 0$ singular.
 Afirmacao e verdadeira
 Para esta situacao
 \uparrow
 $\text{Car}(A) = \text{Car}(A|b) < m$
 $A = \begin{bmatrix} 3 & 2 & 0 \\ 6 & 4 & 0 \end{bmatrix} \quad l_2 \leftarrow l_2 - 2 \cdot l_1 \quad \begin{bmatrix} 3 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
 $\text{Car}(A) = 1$
 $\text{Car}(A|b) = 1$
 $m = 2$
 Sistema Possível e Indeterminado

Figura 1: Resposta do aluno A13 na primeira fase.

Verifica-se que o aluno A13 não teve presente que poderia haver exemplos de sistemas para os quais a afirmação não fosse válida. Assim, face à resposta, a professora colocou as seguintes questões: “Será o exemplo mais adequado para justificar? Um exemplo prova que a afirmação é verdadeira? O que é que acontece em outras situações?”.

Na segunda fase, o aluno A13 tenta justificar porque é que a sua resposta não é adequada e reformula-a apresentando como exemplo um sistema que não verifica a afirmação, concluindo assim que ela é falsa (Figura 2).

O exemplo não é o mais adequado para justificar pois não se prova que = 0 e não se prova, como mostra o exemplo seguinte.
 a) $A = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 6 & 4 \end{bmatrix} \quad \det A = 0$
 $b = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$
 $\begin{bmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 6 & 4 & 1 \end{bmatrix} \quad l_2 - 2 \cdot l_1 \quad \begin{bmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$
 $\text{Car}(A) = 1$
 $\text{Car}(A|b) = 2$
 $m = 2$
 $\text{Car}(A|b) > \text{Car}(A)$
 Logo sistema impossível.
 R: A Afirmação é falsa

Figura 2: Resposta do aluno A13 na segunda fase.

Numa outra questão, em que dadas as matrizes A e B se pretendia resolver a equação $A^{-1}XA=B$, sabendo que X é uma matriz de ordem adequada, na primeira fase, o aluno A14 responde sem ter em atenção a não comutatividade da operação de multiplicação de matrizes (Figura 3).

$$\begin{aligned} A^{-1}XA &= B \\ \Rightarrow X &= B \cdot A \cdot A^{-1} \\ \Rightarrow X &= \begin{bmatrix} 2 & 1 & 4 \\ 1 & 0 & 2 \\ 3 & 1 & 6 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -3 & 1 & 2 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & -2 & 3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -\frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & 1 \\ -\frac{3}{2} & -\frac{5}{2} & 1 \\ -1 & -3 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 4 \\ 1 & 0 & 2 \\ 3 & 1 & 6 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

C.A:

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} -\frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & 1 \\ -\frac{3}{2} & -\frac{5}{2} & 1 \\ -1 & -3 & 1 \end{bmatrix}$$

Este raciocínio não é válido. O que é que está incorreto? , o aluno A14 toca-se na não comutatividade da multiplicação de matrizes e resolve novamente a equação, agora de forma correta.

1) Este raciocínio que eu fiz não é válido porque A^{-1} está ~~antes~~ ^{antes} do X , logo tem de passar para antes do B , e a ~~matriz~~ ^{matriz} ~~tem de passar para antes~~ ^{tem de passar para antes} ~~de~~ ^{de} ~~para a outra lado a inversa.~~

Logo eu apliquei o raciocínio ~~incorreto~~ ^{incorreto} ~~do~~ ^{do} porque não se aplica a propriedade comutativa, daí tem de se respeitar a posição de A e A^{-1} . (isto colorado azul).

$$\begin{aligned} A^{-1}XA &= B \\ \Rightarrow X &= A \cdot B \cdot A^{-1} \\ \Rightarrow X &= \begin{bmatrix} -3 & 1 & 2 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & -2 & 3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 2 & 1 & 4 \\ 1 & 0 & 2 \\ 3 & 1 & 6 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -\frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & 1 \\ -\frac{3}{2} & -\frac{5}{2} & 1 \\ -1 & -3 & 1 \end{bmatrix} \\ \Rightarrow X &= \begin{bmatrix} -2 & -5 & 2 \\ -5 & -14 & 4 \\ -29 & -20 & 24 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

C.A:

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} -\frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & 1 \\ -\frac{3}{2} & -\frac{5}{2} & 1 \\ -1 & -3 & 1 \end{bmatrix}$$

Figura 4: Resposta do aluno A14 na segunda fase.

A classificação final de cada miniteste resultou da soma das classificações obtidas nas duas fases do processo. Aquando da revisão, os alunos tiveram acesso à classificação obtida na primeira fase (realização do miniteste), atribuída tendo em conta os critérios

definidos. A avaliação quantitativa da segunda parte do processo (revisão dos minitestes) seguia as seguintes regras: nas questões em que cometeram erros os alunos podiam obter até metade da pontuação perdida se corrigissem os erros e respondessem às notas registadas pela professora, quando tal se justificasse; por cada questão que os alunos não tinham respondido poderiam recuperar um quarto da pontuação da pergunta se a resolvessem corretamente. Neste último caso pretendia-se motivar os alunos que não tinham tido um desempenho favorável a resolver igualmente as questões. Na revisão os alunos podiam consultar todo o material que quisessem, assim como trocar impressões com os colegas.

Opinião dos alunos sobre o processo de revisão

Tendo em atenção a opinião dos estudantes sobre a revisão dos minitestes (Tabela 1), constata-se que este processo trouxe vantagens para a sua aprendizagem. Em geral, quase todos os alunos concordam ou concordam totalmente com as seis afirmações consideradas para a avaliação do processo de revisão dos minitestes.

Tabela 1 – Opinião dos estudantes sobre a revisão dos minitestes

	% de estudantes				
	DT	D	C	CT	NR
O confronto com os meus próprios erros contribuiu para que tomasse consciência das minhas dificuldades.	–	3,6	64,3	28,5	3,6
Saber que podia recuperar uma parte da pontuação perdida foi um incentivo para que estudasse um pouco mais.	–	–	50,0	46,4	3,6
Explicar qual a causa dos meus erros contribuiu para que tomasse consciência de quais os procedimentos/propriedades que não são válidos.	–	10,7	60,7	25,0	3,6
Este processo tornou-me mais autónomo na resolução das tarefas.	–	7,1	75,0	14,3	3,6
Este processo estimulou-me a refletir sobre o meu raciocínio.	–	3,6	75,0	17,8	3,6
As questões/sugestões da professora ajudaram-me a refletir sobre o trabalho realizado.	–	3,6	67,8	25,0	3,6

DT – Discordo totalmente; D – Discordo; C – Concordo; CT – Concordo totalmente; NR – Não responde.

Tendo em conta a percentagem de alunos que concordam ou concordam totalmente com as afirmações, constata-se que para todos eles (96,4%) recuperar uma parte da pontuação perdida foi um incentivo para que estudassem um pouco mais. Seguidamente

reconheceram o contributo do confronto com os erros para a tomada de consciência das dificuldades (92,8%), que o processo de revisão os estimulou a refletirem sobre o raciocínio (92,8%) e que as questões/sugestões da professora os ajudaram a refletir sobre o trabalho realizado (92,8%). Por último, numa percentagem um pouco inferior, constata-se que o processo de revisão os tornou mais autónomos na resolução das tarefas (89,3%) e que explicar a causa dos erros contribuiu para a tomada de consciência dos procedimentos/propriedades não válidos (85,7%).

Nas entrevistas os alunos dão igualmente ênfase às vantagens da revisão dos minitestes, focando a recuperação da pontuação, a motivação para o estudo e a apropriação dos procedimentos corretos de resolução: “O que é bom é que uma pessoa chega lá, tem errado aqui e vai corrigir, não é. E se calhar, ao resolver novamente, já tem outra noção e já não faz o mesmo erro se aparecer outro igual” (A27); Uma pessoa fazia o exame e se calhar nem corria assim tão bem. Mas ia para casa, fazia os exercícios ou depois acabava por os resolver lá na aula. Fazia um esforço para resolver bem, para ter mais aqueles pontinhos extra. É uma motivação” (A12); “Eu gostava mesmo quando a professora entregava os minitestes, ‘Vamos resolver’. Eu aí expunha mais as minhas dúvidas, percebia onde errava e tinha mais disposição para voltar atrás para estudar e para fazer, puxa mais por mim na resolução das reformulações” (A2); “Vantajoso é. Para além de nos poder melhorar a nota, também vemos onde é que erramos e pronto arranjamos outro método, outra forma de resolução” (A1).

Tendo em atenção os dois minitestes que se reportam aos temas em análise, nas entrevistas apenas 10 alunos afirmaram tê-los resolvido em casa antes da respetiva revisão, alguns deles em conjunto com outros colegas da turma. Desta forma, 11 alunos não os resolveram e 6 resolveram apenas o segundo.

Quando questionados sobre a razão do seu procedimento, os que resolveram argumentam: “Costumávamos [em conjunto com mais dois colegas] resolver um dia antes de fazer a reformulação. Nós gostávamos porque era sempre a questão de ir buscar mais uns pontos e tornávamos a ver as coisas. De certa forma ficava mais consolidado do que aquilo que teria ficado nos minitestes” (A6); “Resolvi. Quando chegava lá à correção sempre tinha a noção de como é que tinha de resolver a seguir” (A27); “Uma pessoa levava a resolução na folha de rascunho. Chegava a casa, até era capaz de resolver e pensava: ‘Porque é que eu errei isto aqui? Era tão fácil e errei.’ E dava para ver o que uma pessoa tinha errado. Podia melhorar” (A9).

A maior parte dos alunos que não resolveu em casa manifesta alguma autoconfiança na correção das suas respostas aquando da realização do miniteste: “Para ser sincero eu nos primeiros até pensava que teria melhor nota do que realmente tive. E depois aconteceu... ‘Olha se eu soubesse tinha revisto. Tinha feito em casa.’ Só que em casa o erro possivelmente seria o mesmo” (A19); “Se tivesse resolvido em casa chegava à reformulação e conseguia subir a minha nota. Neste caso isso não aconteceu. Mas muitas vezes ia para lá com a ideia de que aquilo ia estar certo. Eu pensava que ia ter boa nota. E lá está, também me permitiu ver o meu erro” (A26); “Pensei que ia chegar lá e do género: ‘Já sei onde é que errei, vou resolver’, mas depois acabava por me deparar ainda com mais erros. E acho que fiz mal em não ter pegado e não ter resolvido. Até que tinha a vantagem de ter os testes lá no virtual. Foi um bocado, se calhar, de desleixo da minha parte” (A1).

Há porém também alunos que alegam falta de tempo, desmotivação, falta de reflexão sobre o assunto ou pouca vontade de trabalhar: “Eu não fiz. Não resolvi. Passou de parte, falta de tempo deve ser” (A4); “Lá está a desmotivação também vem. É errado, uma pessoa não deve desmotivar assim, mas depois não sei... deixei-me ir um bocado abaixo e já estava. Se calhar, se fosse hoje já pensava de maneira diferente (...) já viria aqui [gabinete] mais vezes tirar dúvidas” (A24); “Não resolvi e não me lembro porque é que não resolvi. Tempo tivemos. Acho que nem sequer raciocinamos, na altura nem pensamos que poderia ser importante” (A22); “Agora vou-me dar ao trabalho. Chego lá e faço lá isto. (...) Chego lá e vejo o que está bem e o que está mal. Logo vejo por um colega, ou assim” (A17).

Os alunos que resolveram apenas o segundo miniteste, embora tenham mudado um pouco de atitude na segunda revisão, também alegam não terem refletido sobre a situação, terem falta de tempo ou desconhecem os procedimentos: “O primeiro não resolvi nada [em casa]. Se calhar nem nós nos lembrámos de poder já levar as coisas feitas. E o segundo já resolvi. Já tinha visto” (A10); “No primeiro não, que eu não sabia que se podia levar. Mas depois sim. Era dois estudos, e eu fiz o teste, tive dúvidas aqui, agora chegava a casa vou fazer a correção, já tirava as dúvidas. Porque quando estou a estudar pela primeira vez não sei o que é que vai sair, não é? E depois via as minhas dúvidas e já as clarificava” (A5).

A maioria dos alunos concorda com a forma como se desenrolou o processo de revisão dos minitestes. Pensam que se a revisão fosse efetuada em casa não seria tão profícua,

por não haver garantias que fossem eles a resolver, porque não se organizariam para fazer a revisão atempadamente ou porque poderiam ter mais dificuldades, como se pode constatar pelos comentários apresentados: “Foi melhor. Se levássemos para casa se calhar não íamos fazer por nós, juntávamo-nos todos e há sempre alguém que faz mais do que nós” (A2); “Depois uma pessoa em casa iria dizer: ‘Faço hoje, faço amanhã, faço passado’ e no dia não temos nada feito. E se for na aula, quem quiser ir já tem a noção de que tem que ir e não vai sair de lá sem fazer ou tentar fazer. Eu falo por mim, porque sou daquelas pessoas que vou deixando, vou deixando e depois...” (A10); “Se tínhamos alguma dúvida podíamos perguntar à professora ou comentar com os colegas. Se se estiver em casa sozinha não se tem certezas, nem é a mesma coisa” (A15); “Em casa, se calhar, íamos pousar aquilo e nunca mais ligar. E aqui nas aulas, às vezes, até chamávamos um bocadinho a professora. Oh professora não estou a perceber isto. E você lá explicava. Acho que isso já é uma ajuda bastante grande” (A16).

Quanto às questões/sugestões que a professora usava, aquando da primeira correção dos minitests, com o intuito de ajudar na identificação dos erros e na procura da resposta correta, há alunos que confessam que mesmo assim se limitaram a resolver novamente as questões: “Eu liguei [às notas] só que algumas frases deixavam ali muito em aberto. E eu sinceramente já não conseguia. Faltava ali qualquer coisa que me fizesse, faltava um clique. E eram várias, e eu vá sinceramente. Como é isto afinal? Está errado agora porquê?” (A19); “Eu limitei-me mais a resolver. Às vezes ia lá ver o que é que a professora punha lá, porque também gosto de saber, mas não tentei” (A24).

Assim, é perfeitamente natural que estes alunos discordem que explicar qual a causa dos seus erros tivesse contribuído para que tomassem consciência de quais os procedimentos/propriedades que não são válidos. Porém, para muitos alunos essas questões/sugestões foram uma mais-valia para detetarem os erros e os corrigirem: “Ajudou porque às vezes a pessoa vê que está ali mal mas não consegue, logo de imediato, descobrir e avançar dali para a frente. Então com essas notas era mais fácil, já sabíamos o que procurar em concreto” (A8); “Aqueles dicazinhos que punha, sim. Dava não só para resolver o exercício mas mesmo a nível de nós sabermos onde estava o erro. Porque senão íamos olhar para aquilo e se calhar para nós até estava bem, não é. E mesmo chegar a casa e ir fazer o teste de novo era uma maneira também de estudar um bocado” (A16).

Considerações finais

Analisando as opiniões dos estudantes, pode-se afirmar que o balanço final da experiência foi positivo na medida em que permitiu que os alunos tomassem consciência das suas dificuldades e dos seus erros e provocou alguma revisão sobre os conceitos e procedimentos envolvidos nas questões, nem que fosse pelo confronto das resoluções com os outros colegas. De notar, por exemplo, que uma das alunas, que confessa ter ido à revisão com o intuito de copiar por um colega, assegura que o confronto das resoluções acabou por gerar alguma discussão e por consequência uma aprendizagem de que não estava à espera: “Às vezes falávamos, discutíamos aquilo que ele pensava que eu tinha mal. E eu dizia-lhe: ‘Porque é que fizeste isto assim?’ ‘Então, tens de fazer isto e isto.’ (...) Discutíamos mais do que no trabalho em grupo. Por exemplo, nós tínhamos lá uma matriz que o A20 tinha tudo bem, mas fez de outra maneira e eu enganei-me lá num passo (...). Não ia copiar o exercício. E eu disse-lhe ‘não consigo ver onde é que está o meu erro’. E ele disse: ‘enganaste-te, tens de subtrair aqui nesta linha’. E eu: ‘Ah! Pois é.’ E depois resolvi tudo direitinho” (A17).

O facto da maior parte dos alunos preferirem realizar a revisão no contexto de sala de aula pode ser interpretado como alguma falta de organização em termos de hábitos de estudo, aspeto que também parece ser corroborado por muitos ao não terem realizado em casa a correção dos minitests antes da revisão. Neste caso, o excesso de confiança nas resoluções efetuadas e o não ser habitual realizar avaliações deste tipo também parece ter tido a sua contribuição.

Um dos aspetos que pode constituir uma desvantagem do processo de revisão dos minitests é o facto de se gastar mais tempo na avaliação, implicando também uma maior quantidade de trabalho para o professor, aspetos que também são referenciados por Menino e Santos (2004) e Cherepinsky (2011) ao descreverem experiências com características similares. No entanto, como afirma Cherepinsky, “é um investimento de tempo que vale a pena para o professor e para o estudante” (p. 300).

Referências bibliográficas

- Abrantes, P. & Leal, L. (2005). Será possível integrar aprendizagem e avaliação? In H.M. Guimarães, A. Silva, J.P. Ponte, L. Santos, M. Abrantes & P. Abrantes (Orgs.), *Paulo Abrantes – Intervenções em educação matemática* (pp. 23-32). Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- Barros, P.M., Araújo, C.M. & Fernandes, J.A. (2013). Raciocínios de estudantes do ensino superior na resolução de tarefas sobre matrizes. In J. A. Fernandes, M. H. Martinho, J. Tinoco & F. Viseu (Orgs.), *Atas do XXIV Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp.295-308). Braga: Centro de Investigação em Educação da Universidade do Minho.
- Barros, P.M., Fernandes, J.A. & Araújo, C.M. (2012). Raciocínios desenvolvidos na verificação das soluções de sistemas de equações lineares. In H. Pinto, H. Jacinto, A. Henriques, A. Silvestre & C. Nunes (Orgs.), *Atas do XXIII Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp.333-347). Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- Celestino, M. R. (2000). Ensino-aprendizagem da álgebra linear: as pesquisas brasileiras na década de 90. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de S. Paulo, S.Paulo.
- Cherepinsky, V. (2011). Self-reflective grading: getting students to learn from their mistakes. *Primus: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 21(3), pp.294-301.
- Coimbra, J. L. (2008). *Alguns aspectos problemáticos relacionados ao ensino-aprendizagem da álgebra linear*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Pará.
- Dorier, J.-L. (Ed.) (2000). *On the teaching of linear algebra*. Kluwer Academic Publishers.
- Hillel, J. (2000). Modes of description and the problem of representation in linear algebra. In J.-L. Dorier (Ed.), *On the teaching of linear algebra* (pp. 191-207). Kluwer Academic Publishers.
- Menino, H. & Santos, L. (2004). Instrumentos de avaliação das aprendizagens em Matemática: o uso do relatório escrito, do teste em duas fases e do portefólio no 2.º ciclo do ensino básico. In C. Alves, C.M., Morais, C. Martins, M.V. Pires & P. Barros (Orgs.), *Actas do XV Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp.271-291). Covilhã: Associação de Professores de Matemática.
- Ramos, A., Delgado, F., Afonso, P., Cruchinho, A., Pereira, P., Sapeta, P. & Ramos, G. (2013). Implementação de novas práticas pedagógicas no ensino superior. *Revista Portuguesa de Educação*, 26(1), pp. 115-141.
- Santos, L. (2008). Dilemas e desafios da avaliação reguladora. In L. Menezes, L. Santos, H. Gomes & C. Rodrigues (Orgs.), *Avaliação em matemática: Problemas e desafios* (pp.11-35). Viseu: Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.